
Innovation Management and Operational Strategies

Innovation Management and Operational Strategies, Volume 1, Issue 1, Page: 48-56

Paper Type: Original Article



Cost efficiency evaluation for a two-stage series network in data envelopment analysis

Zohreh Moghaddas[*,1], **Mohsen Vaez Ghasemi**[2]

[1]*Department of mathematics, Qazvin Islamic Azadu University, Qazvin, Iran.*

[2]*Department of mathematics, Rasht Islamic Azad University, Rasht, Iran.*

Citation:

Moghaddas, Z., & Vaez Ghasemi, M. (2020). Cost efficiency evaluation for a two-stage series network in data envelopment analysis. *Innovation management and operational strategies*, *1*(1), 48-56.

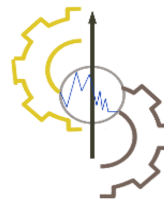
Received: 15/12/2019	Reviewed: 09/02/2020	Revised: 03/03/2020	Accept: 04/04/2020

Abstract

Purpose: Cost efficiency evaluation in a network system using data envelopment analysis models can be improved from variety of aspects that exist in real world applications. In this study it is aimed to consider a specific set of weights for cost efficiency assessment in a two-stage network system.
Methodology: Using data envelopment analysis techniaque it is tried to provide a model for cost evaluation of a network system.
Findings: Considering the relations among different stages in a network system can directly affect the obtained results. This issue is investigated from cost efficiency evaluation. Considering the set of wights from different aspects can affect the obtained scores.
Originality/Value: According to the models and methods exist in the DEA literature, in this study a model is presented to consider cost efficiency in a two-stage DEA model.
Keywords: Data envelopment analysis, Cost efficiency, Network data envelopment analysis.

JEL Classificaton: C60, C61.

* Corresponding Author
Email Address: zmoghaddas@qiau.ac.ir
http://dorl.net/dor/20.1001.1.27831345.1399.1.1.4.3 https://doi.org/10.22105/imos.2021.262727.1018


مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی



نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی کارایی هزینه یک شبکه سری دومرحله‌ای در تحلیل پوششی داده‌ها

زهره مقدس[1,*]، محسن واعظ قاسمی[2]

[1]گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، قزوین، ایران.

[2]گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران.

دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴	بررسی: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰	اصلاح: ۱۳۹۸/۱۲/۱۳	پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۶

چکیده

هدف: ارزیابی کارایی هزینه در یک سیستم شبکه با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند از جنبه‌های مختلفی که در برنامه‌های واقعی وجود دارد ، بهبود یابد. در این مطالعه ، هدف آن است که یک مجموعه خاص از وزن‌ها را برای ارزیابی کارایی هزینه در یک سیستم شبکه دو مرحله‌ای در نظر بگیریم.

روش‌شناسی پژوهش: در این پژوهش، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، سعی در ارائه مدلی برای ارزیابی هزینه سیستم شبکه است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در نظر گرفتن روابط بین مراحل مختلف در یک سیستم شبکه می‌تواند مستقیماً بر نتایج بدست آمده تأثیر بگذارد. این موضوع از ارزیابی بهینه‌سازی هزینه بررسی شده است. در نظر گرفتن مجموعه وزنه‌ها از جنبه‌های مختلف می‌تواند در امتیازات به دست آمده تأثیر بگذارد.

اصالت/ارزش افزوده علمی: با توجه به مدل‌ها و روش‌های موجود در ادبیات DEA، در این مطالعه مدلی ارائه شده است که کارایی هزینه را در یک مدل DEA دو مرحله‌ای در نظر می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: تحلیل پوششی داده‌ها، شبکه دومرحله‌ای، کارایی هزینه.

طبقه‌بندی JEL: C60، C61.

* **نویسنده مسئول**

آدرس رایانامه: zmoghaddas@qiau.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.27831345.1399.1.1.4.3

https://doi.org/10.22105/imos.2021.262727.1018

www.journal-imos.ir

مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی، دوره ۱، شماره ۱، صفحه: ۴۸–۵۶

۱ـ مقدمه



تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی برای محاسبه کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده است که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد، عبارت نسبی به این دلیل است که کارایی حاصل نتیجه مقایسه واحدها با یکدیگر است. وقتی گفته می‌شود واحد تصمیم‌گیرنده‌ای کاراست یعنی این واحد خوب عمل می‌کند و از منابع به‌خوبی استفاده می‌کند. ازآنجاکه هدف پیدا نمودن مرز کارا یا تابع تولید است، که معمولاً در دسترس نمی‌باشد، با پذیرفتن اصول موضوعه زیرمجموعه امکان تولیدی ساخته می‌شود و مرز مجموعه به‌عنوان تقریبی از تابع تولید در نظر گرفته می‌شود.

ازجمله مدل‌های اولیه برای ارزیابی کارایی هزینه را کامنهو و دایسون[۱] (۲۰۰۵) و آتاناسپولوس و همکاران[۲] (۱۹۹۹) در ادبیات موضوع تحلیل پوششی داده‌ها مطرح کردند. طبق آنچه با توجه به تعاریف اولیه کارایی هزینه در ادبیات موضوع تحلیل پوششی داده‌ها آورده شده اسم قابلیت یک واحد تصمیم‌گیرنده، با توجه به قیمت‌های ورودی مفروض برای تولید همان سطح از خروجی با حداقل هزینه میزان کارایی هزینه آن واحد تصمیم‌گیرنده معرفی می‌گردد. در این مقاله به معرفی مدل جدیدی برای ارزیابی کارایی هزینه وقتی قیمت ورودی‌ها به‌صورت یک دنباله وزنی نا صعودی معرفی می‌شود پرداخته خواهد شد. ایده اولیه در نظر گرفتن ارزش غیرخطی شاخص‌ها را حسین‌زاده و همکاران[۳] (۲۰۱۰) مطرح کردند. همچنین مقدس و همکاران[۴] (۲۰۲۰) به ارزیابی کارایی هزینه در شرایط عدم قطعیت پرداختند. این مدل برای ارزیابی کارایی هزینه برای مثال‌هایی در دنیای اطراف ما که در آن‌ها تخفیف به‌صورت اتوماتیک در نظر گرفته می‌شود ارزیابی مناسب‌تری ارائه می‌کند. برای نمونه خرید کالا با توجه به مقدار مختلف آن قیمت‌های متفاوتی خواهد داشت. هر چه مقدار کالا بیشتر شود، بالطبع بازار قیمت کمتری برای آن اعمال می‌کند. ازجمله چنین مثال‌هایی در دنیای واقعی بسیار موجود است که بهتر است ارزیابی آن‌ها دقیق‌تر انجام شود. در این مقاله به بررسی کارایی هزینه در یک شبکه پرداخته خواهد شد؛ زیرا در نظرگرفتن روابط میانی بین مولفه‌های مختلف شبکه در ارزیابی بسیار تأثیرگذار است.

در بخش دوم به‌مرور مقدمات تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته خواهد شد. در بخش سوم به معرفی روش و مدل ارائه شده در این مقاله پرداخته می‌شود. در بخش چهارم به ارزیابی یک مثال به کمک مدل ارائه شده پرداخته شده است.

۲ـ مقدمه تحلیل پوششی داده‌ها

واحد تصمیم‌گیرنده، عبارت است از واحدی که با دریافت بردار ورودی مانند $(x_1,...,x_m)$، بردار خروجی $(y_1,\ldots,y_s)$ را تولید می‌کند. منظور از واحدهای تصمیم‌گیرنده متجانس این است که واحدها عمل مشابه دارند و با دریافت ورودی‌های با جنس مشابه، خروجی‌های با جنس مشابه تولید می‌کنند. مانند شعب یک بانک، کارخانجات یک شرکت خاص یا ادارات یک سازمان دولتی. کارایی در لغت به معنای خوب کار کردن، تحت تأثیر شاخص‌های درون‌سازمانی مثل سود هر واحد، فروش هر واحد و از این قبیل است.

در تکنیک DEA مجموعه فعالیت‌های شدنی، مجموعه امکان تولید نامیده شده و به‌صورت زیر بیان می‌شود:

---

[1] Camanho and Dyson

[2] Athanassopoulos et al.

[3] Hosseinzadeh Lotfi et al.

[4] Moghaddas et al.

$$T=\{(X,Y)\in R^{m+s}: \text{تولید شود } X\geq ۰ \text{ بتواند به‌وسیله } Y\geq ۰\} \qquad (۱)$$

مدل‌های DEA هرکدام به یک مجموعه امکان تولید یکتا وابسته هستند که مجموعه امکان تولید نیز به‌طور یکتا، توسط یک مجموعه از فرض‌ها و اصول معین ساخته می‌شود. مدل CCR اولین مدل DEA برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده است:

$$\begin{aligned} &Min \quad \theta \\ &s.t. \\ &\quad (\theta X_o, Y_o)\in T_{CCR} \end{aligned} \qquad (۲)$$

این مدل که به مدل CCR در فرم پوششی با ماهیت ورودی معروف است، همواره شدنی بوده و بهینه متناهی دارد و جواب بهین در شرط $۰<\theta^*\leq ۱$ صدق می‌کند.

قابلیت یک واحد تصمیم‌گیرنده برای تولید همان سطح از خروجی با معلوم بودن قیمت‌های ورودی با کمترین هزینه نشان‌دهنده کارایی هزینه آن واحد است، کامنهو و دایسون (۲۰۰۵) و آتاناسپولوس و همکاران (۱۹۹۹). مدل (۲) به مدل کمترین هزینه معروف است که با مفروض بودن هزینه‌های ورودی‌ها به دنبال کمترین هزینه برای تولید همان سطح از خروجی می‌پردازد. فرض کنید DMU_o تحت ارزیابی است در این صورت مدل زیر مفروض است.

$$\begin{aligned} min \quad & \sum_{i=۱}^{m} c_i x_i \\ s.t. \quad & \sum_{j=۱}^{n} x_{ij}\lambda_j = x_i && i=۱,\dots,m, \\ & \sum_{j=۱}^{n} y_{rj}\lambda_j \geq y_{ro} && r=۱,\dots,s, \\ & x_i \geq ۰ && i=۱,\dots,m, \\ & \lambda_j \geq ۰ && j=۱,\dots,n. \end{aligned} \qquad (۳)$$

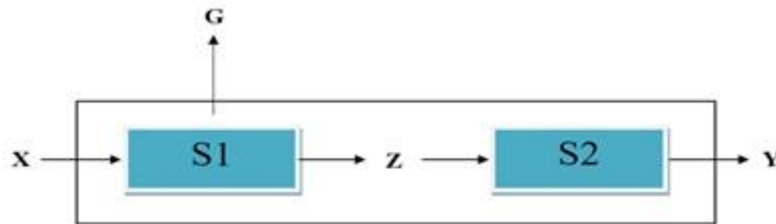
با توجه به جواب بهین به‌دست‌آمده از مدل (۳) از رابطه زیر مقدار کارایی هزینه واحدهای تصمیم‌گیرنده نتیجه می‌شود.

$$C.E_o=\frac{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i^*}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_{io}} \qquad (۴)$$

۳ـ مدل DEA برای ارزیابی کارایی هزینه در شبکه دومرحله‌ای با محدودیت وزنی مخروط نسبت



در اکثر مسائل دنیای پیرامون ما ارزش ورودی و خروجی‌ها به‌صورت غیرخطی می‌باشد. امروزه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده بسیار به کار گرفته شده‌اند و نتایج خوبی به دست داده‌اند. آنچه در این رساله حائز اهمیت است این است که در مسائل حقیقی اطراف ما داده‌های باارزش غیرخطی وجود دارند لذا معرفی مدل‌های مناسبی که بتوان به کمک آن‌ها ارزیابی عملکرد را تحت این شرایط با دقت بیشتری انجام شود ضروری به نظر می‌رسد. درنتیجه معرفی مدل‌های مناسبی برای به دست آوردن مقدار کارایی، مشخص نمودن واحدهای کارا و ناکارا و معرفی واحدهای الگو ضروری به نظر می‌رسد مطابق شکل ۱ در نظر گرفتیم.



شکل ۱ - شبکه دومرحله‌ای.

Figure 1- Two-stage network.

طبق آنچه با توجه به تعاریف اولیه کارایی هزینه ذکرشده است قابلیت یک واحد تصمیم‌گیرنده، با توجه به قیمت‌های ورودی مفروض برای تولید همان سطح از خروجی با حداقل هزینه میزان کارایی هزینه آن واحد تصمیم‌گیرنده معرفی می‌گردد. مدل کارایی هزینه متناظر شبکه دومرحله‌ای فوق برای ارزیابی DMU_o عبارت است از:

$$\begin{aligned}
\min \quad & \sum_{i=1}^{m} c_i x_i + \sum_{f=1}^{q} t_f z_f \\
s.t. \quad & \sum_{j=1}^{n} \lambda^1_j x_{ij} = x_i && i = 1,\dots,m, \quad (a) \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda^2_j z_{fj} = z_f && f = 1,\dots,q, \quad (b) \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda^2_j y_{rj} \ge y_{ro} && r = 1,\dots,s, \quad (c) \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda^1_j z_{fj} \ge z_{fo} && f = 1,\dots,q, \quad (d) \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda^1_j g_{lj} \ge g_{lo} && l = 1,\dots,p, \quad (e) \\
& x_i \ge 0, z_f \ge 0 && i = 1,\dots,m, f = 1,\dots,q, \\
& \lambda^1_j \ge 0, \lambda^2_j \ge 0 && j = 1,\dots,n
\end{aligned} \qquad (5)$$

که c و t بردار هزینه ورودی‌های x و z فرض شده است. در مدل فوق محدودیت‌های (a) و (b) به ترتیب برای ورودی مرحله اول و دوم است و محدودیت‌های (c) و (d) به ترتیب برای خروجی‌های مرحله اول و محدودیت (e) برای خروجی مرحله دوم است. اگر تابع هدف بهین عبارت از $\sum_{i=1}^{m} c_i x^*_i + \sum_{f=1}^{q} t_f z^*_f$ باشد آنگاه مقدار کارایی هزینه عبارت است از:

$$CE_o = \frac{\sum_{i=1}^{m} c_i x^*_i + \sum_{f=1}^{q} t_f z^*_f}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i + \sum_{f=1}^{q} t_f z_f} \qquad (۶)$$

در ادامه به معرفی مدل جدیدی بر مبنای مدل (۵) برای ارزیابی کارایی هزینه وقتی قیمت ورودی‌ها به‌صورت یک دنباله وزنی ناصعودی معرفی می‌شود پرداخته خواهد شد. این مدل برای ارزیابی کارایی هزینه برای مثال‌هایی در دنیای اطراف ما که در آن‌ها تخفیف به‌صورت اتوماتیک در نظرگرفته می‌شود. برای نمونه خرید کالا با توجه به مقدار مختلف آن قیمت‌های متفاوتی خواهد داشت. هر چه مقدار کالا بیشتر شود، بالطبع بازار قیمت کمتری برای آن اعمال می‌کند.

با توجه به تئوری برنامه‌ریزی قطعه‌ای خطی می‌توان بازه تغییرات مقدار ورودی خریداری‌شده را به k زیر بازه افراز کرد. بدون کم شدن از کلیت مسئله فرض کنید بازه تغییرات ورودی i ام به k_i زیر بازه افراز شده است یعنی $[0,L_1),[L_1,L_2),...,[L_{k_{i-1}},L_{k_i}]$. t_i^k را به‌صورت زیر در نظر بگیرید.

$$t^k_i = \begin{cases} L_k, & if \quad k=1 \\ L_k - L_{k-1}, & if \quad k=2,...,k_i \end{cases} \qquad (۷)$$

برای انتخاب تعداد زیر بازه‌ها و طول آن‌ها هیچ پیش فرضی وجود ندارد و بهتر است بر مبنای نظرکارشناسان انجام شود. برای هرکدام از زیر بازه‌ها قیمت متفاوتی در نظرگرفته می‌شود، $c_i^k, k=1,...,k_i, i \in I_2$ ، به این صورت که اگر بازه تغییرات ورودی i ام به k_i زیر بازه افراز شود در این صورت قیمت متناظر هر زیر بازه به‌صورت زیر معرفی می‌شود که در آن I_2 مجموعه آن دسته از ورودی‌ها است که ارزش غیرخطی دارند. در این صورت با در نظرگرفتن ورودی i ام به ازای هر جمله $c_i x_i$ در تابع هدف مدل مینیمم هزینه عبارت $\sum_{k=1}^{k_i} c_i^k x_i^k$ جایگزین می‌شود که $c_i^{k+1} < c_i^k, i \in I_2, k=1,...,k_i$.

در ادامه کار هدف این است که مدلی معرفی شود که قابلیت در نظرگرفتن چنین شرایطی را داشته باشد. آنچه در تمامی طول انجام مدل‌سازی اهمیت دارد این است که زیر بازه‌های معرفی‌شده به ترتیب و در محدوده خودشان مقدار بگیرند. در مدل زیر قرار دهید $v_0 = 0$ و فرض کنید که M یک عدد مثبت بسیار بزرگ است. فرض کنید که k_i تعداد زیر بازه‌های متناظر x_i باشد که به‌صورت $[L_{k_i-1}, L_{k_i})$ می‌باشند. توجه داشته باشید که متغیر دودویی v، $x_i^k, i \in I_2, k=1,...,k_i$ را به هنگام پر شدن طوری هدایت می‌کند که x_i^k در محدوده تعریف‌شده متناظرشان و به ترتیب پر شوند. چنین چیزی با کمک محدودیت‌های (a), (b), (c) انجام می‌شود. وقتی بازه‌های پایینی پر نشده‌اند

$v_{k-1}=0$ را طوری هدایت می‌کند که مقدار صفر اختیار کند. هنگامی که بازه‌های پایینی پرشده باشند $v_{k-1}=1$، x_i^k را طوری هدایت می‌کند که بتواند مقدار مثبت اختیار کند. به‌منظور در نظر گرفتن تخفیف در هنگام خرید متغیر دودویی u را در نظر بگیرید. به‌این‌ترتیب در هنگامی که بازه بالایی مقدار می‌گیرد، x_i^{k+1} مقدار مثبت اختیار می‌کند، ماوت تفاوت میان $c_i^k x_i^k$ و $c_i^{k+1}x_i^{k+1}$ از $c_i^{k+1}x_i^{k+1}$ کم شود تا تخفیف در نظر گرفته شود. چنین شرایطی با توجه به محدودیت‌های (d), (e) در مدل اعمال می‌گردد.

$$c_i^1x_i^{1o}+[c_i^2x_i^{2o}-u_1(c_i^1-c_i^2)x_i^{1o}]+[c_i^3x_i^{3o}-u_2(c_i^2-c_i^3)(x_i^{1o}+x_i^{2o})] \qquad (۸)$$

درنتیجه به‌منظور ارزیابی کارایی هزینه DMU_o مدل زیر را در نظر می‌گیریم. توجه داشته باشید که I_1 و I_2 معرف آن دسته از ورودی و خروجی است که به ترتیب ارزش خطی و غیرخطی دارد.

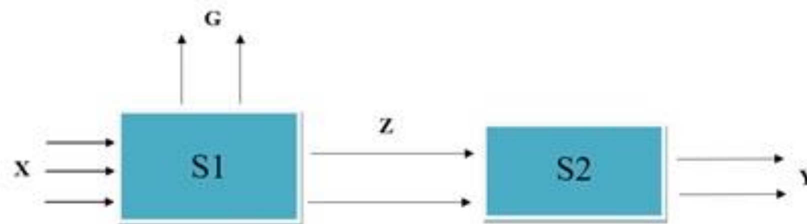
$$\begin{aligned}
Min\quad & \sum_{r\in I_1}c_ix_i+\sum_{r\in I_2}(c_i^1x_i^1+[c_i^2x_i^2-u_1(c_i^1-c_i^2)x_i^1]+\dots+[c_i^kx_i^k-u_{k-1}(c_i^{k-1}-c_i^k)(x_i^1+\dots+x_i^{(k-1)})]) \\
& +\sum_{f=1}^{q}t_fz_f \\
s.t.\quad & \sum_{j=1}^{n}\lambda^1_jx_{ij}=x_i && i=I_1, \\
& \sum_{j=1}^{n}\lambda^1_{kj}x_{ij}^k=x_i^k && i=I_2,k=1,\dots,k_i, \\
& \sum_{j=1}^{n}\lambda^2_jz_{fj}=z_f && f=1,\dots,q, \\
& \sum_{j=1}^{n}\lambda^2_jy_{rj}\ge y_{ro} && r=1,\dots,s, \\
& \sum_{j=1}^{n}\lambda^1_jz_{fj}\ge z_{fo} && f=1,\dots,q, \\
& \sum_{j=1}^{n}\lambda^1_jg_{lj}\ge g_{lo} && l=1,\dots,p, \\
& x_i^k\le t^k_i(1-v_{k-1}) && i=I_2,k=1,\dots,k_i, \quad (a) \\
& v_k\le(t^k_i-x_i^k).M && i=I_2,k=1,\dots,k_i, \quad (b) \\
& (t^k_i-x_i^k)\le v_k.M && i=I_2,k=1,\dots,k_i, \quad (c) \\
& x_i^k\le u_{k-1}.M && i=I_2,k=1,\dots,k_i, \quad (d) \\
& u_{k-1}\le x_i^k.M && i=I_2,k=1,\dots,k_i, \quad (e) \\
& \lambda^1_j\ge0,\lambda^2_j\ge0, && j=1,\dots,n, \\
& x_i\ge0,z_f\ge0 && i=1,\dots,m,f=1,\dots,q \\
& \lambda_{kj}\ge0,x_i^k\ge0 && j=1,\dots,n,i=I_2,k=1,\dots,k_i, \\
& u_k,v_k\in\{0,1\} && i=I_2,k=1,\dots,k_i.
\end{aligned} \qquad (۹)$$

$$CE_o = \frac{\sum_{r \in I_2} (c_i^1 x_i^{*1} + [c_i^2 x_i^{*2} - u^*_1 (c_i^1 - c_i^2) x_i^{*1}] + \ldots + [c_i^k x_i^{*k} - u^*_{k-1} (c_i^{k-1} - c_i^k)(x_i^{*1} + \ldots + x_i^{*(k-1)})]\,) + \sum_{f=1}^{q} t^*_f z_f}{\sum_{r \in I_1} c_i x_i + \sum_{i \in I_1} c_i x_{io} + \sum_{i \in I_2} \sum_{k=1}^{k_i} c_i^k x^k_{io} + \sum_{f=1}^{q} t_f z_f} \quad (۱۰)$$

حال با توجه به جواب بهین مدل (۹) برای بدست آوردن مقدار کارایی هزینه متناظر شبکه تحت بررسی، عبارت زیر را در نظر بگیرید.

۴ـ مثال کاربردی

در ابتدای این مطالعه کاربردی ابتدا به شناخت مؤثر پارامترها در قلمرو کاری این تحقیق می‌پردازیم. بدین منظور به شناخت و استخراج عوامل مؤثر ورودی و خروجی و میانی بر ارزیابی کارایی نسبی شعب بانک پرداخته و با انجام مطالعاتی بر روی سیستم بانک، مدل مفهومی تحلیل پوششی داده‌ها را مطابق شکل ۲ در نظر گرفتیم.



شکل ۲- مدل مفهومی شبکه‌ای.
Figure 2- Network conceptual model.

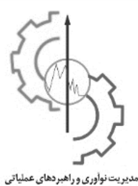
ورودی و خروجی‌های مرحله اول عبارتند از:

- ورودی‌ها: کارکنان، امتیاز پرسنل و مساحت.
- خروجی‌ها: سود، تسهیلات، سپرده مشتریان و درآمدهای غیرعملیاتی.

ورودی و خروجی‌های مرحله دوم عبارتند از:

- ورودی‌ها: سپرده مشتریان، درآمدهای غیرعملیاتی و هزینه‌های IT.
- خروجی‌ها: وام‌های پرداختی و خدمات بانکی.

جدول ۱ آمار توصیفی داده‌های ده شعبه بانک را به‌صورت زیر در نظر بگیرید.



جدول ۱- آمار توصیفی داده‌ها.

Table 1- Descriptive statistics of data.

شاخص‌ها	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
کارکنان	۴	۹	۵/۲	۱/۳۴
مساحت	۱۱۰	۳۴۲	۸۲	۱۱/۵۳
امتیاز پرسنل	۲	۸/۲	۹/۹	۱۲/۰۰
سود	۱۳۷۸۳	۴۱۸۳۴	۹۴۷۲	۱۹۸/۳۲۰
تسهیلات	۱۴۹۲۶	۳۳۰۷۸۳	۴۴۳۷	۳۳۲۶/۰۲۵
سپرده مشتریان	۱۸۲۳۹	۲۴۰۹۸۵	۹۲۷۵	۳۲۸/۱۶۹
درآمدهای غیرعملیاتی	۸۹۳۵	۱۵۹۲۳	۱۲۸۴	۲۱۰/۲۸۹
هزینه‌های IT	۱۴۳۵	۸۲۹۸	۳۳۹۱	۲۴۳/۱۷۰
بازده دارایی‌ها	۲/۲۳	۶/۱۶	۰/۸۶۵	۰/۴۸۹
کارمزد دریافتی	۶۹۸۳	۱۵۹۲۸	۱۸۳۴	۲۸۱/۲۶۷

ورودی مساحت (مترمربع) بسته به مقدار آن دارای ارزش متفاوتی است. ارزش مساحت با توجه به مقدار کمی آن متفاوت است. می‌توان برای مقار مساحت بازه‌هایی را در نظر گرفت که ارزش آن بازه‌ها با توجه به بیشتر شدن مقدار مساحت کاهش یابد. با اعمال روش پیشنهادی در مدل ارائه شده در این تحقیق بازه‌های متناظر آن طبق نظر کارشناسان مربوطه به صورت زیر تعریف شده است.

[۲۹۰ و ۱۹۰]، (۱۹۰ و ۱۴۰]، (۱۴۰ و ۱۰۰]

ارزش (میلیون ریال) متناظر هر یک از این بازه‌ها را نیز ۱۴۵ و ۱۲۴ و ۱۰۲ در نظر بگیرید. نتایج ارزیابی کارایی هزینه ده شعبه بانک به کمک مدل دومرحله‌ای تعمیم‌یافته در جدول ۲ گردآوری‌شده است. در این جدول نتایج مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها نیز آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در برخی شعب نتایج متفاوتی به دست آمده است که در آن برای مساحت تنها یک مقدار ۱۰۲ در نظرگرفته شده است.

جدول ۲- نتایج تحلیل.

Table 2- Analysis results.

شعب بانک	کارایی هزینه مدل (۵)	کارایی هزینه مدل (۹)
۱	۰/۶۲	۰/۶۴
۲	۰/۶۷	۰/۴۹
۳	۰/۸۱	۱
۴	۰/۸۵	۰/۸۱
۵	۰/۵۹	۰/۹۲
۶	۰/۸۳	۰/۸۳
۷	۱	۰/۹۳
۸	۰/۷۸	۰/۶۵
۹	۰/۶۵	۰/۵۴
۱۰	۱	۱

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود برخی از مقادیر کارایی در قیاس دو مدل (۱۰) و (۱۴) با ارزش‌گذاری خطی و غیرخطی دارای مقادیر یکسان می‌باشند. ولی در بسیاری از شعب مقدار کارایی هزینه تغییر کرده است. در ارزیابی کارایی با ارزش‌گذاری غیرخطی دسته‌بندی واحدهای کارا و ناکارا تغییر کرده است که با توجه به آن استراتژی‌های متفاوتی توسط مدیران بایستی لحاظ شود.

۵- نتیجه‌گیری

زیر واحدهای یک واحد تصمیم‌گیرنده که همان مراحل موجود آن واحد می‌باشند، می‌توانند به‌صورت سری یا موازی به کار روند. این‌گونه مراحل موجود در واحدهای تصمیم‌گیرنده در اغلب مسائل حقیقی کاربردهای بسیاری دارند و در نظر نگرفتن این زیر واحدها و ارتباطات آن‌ها می‌تواند منجر به نتایج دور از واقعیت گردد. لذا در نظر گرفتن یک واحد به‌صورت جعبه سیاه و ارزیابی آن نتایج دقیقی به دست نمی‌دهد. از این‌رو تحولی جهت توسعه مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها برای در نظر گرفتن روابط داخلی سیستم‌ها در جریان است و مدل‌های شبکه‌ای متنوعی پیشنهادشده است. ارزیابی و تصمیم‌گیری در مورد عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده همیشه برای مدیران ارشد تصمیم‌گیر حائز اهمیت بوده است، زیرا اطلاع از عملکرد سیستم تحت امر مدیر، مهم‌ترین وظیفه مدیریت در رابطه با تصمیم‌گیری‌های مناسب به‌منظور هدایت آنان است. در این مقاله به معرفی مدل جدیدی برای ارزیابی کارایی هزینه در یک شبکه وقتی قیمت ورودی‌ها به‌صورت یک دنباله وزنی نزولی معرفی می‌شود پرداخته خواهد شد. برای توضیح بیشتر درباره مدل ارائه‌شده یک مثال کاربردی از بانک تیز در این مقاله ارائه و نتایج آن بررسی‌شده است.

منابع

Athanassopoulos, A. D., Gounaris, C., & Sissouras, A. (1999). A descriptive assessment of the production and cost efficiency of general hospitals in Greece. *Health care management science*, *2*(2), 97-106.

Camanho, A. S., & Dyson, R. G. (2005). Cost efficiency measurement with price uncertainty: a DEA application to bank branch assessments. *European journal of operational research*, *161*(2), 432-446.

Chiang, J. (2001). Fuzzy linear programming based on statistical confidence interval and interval-valued fuzzy set. *European journal of operational research*, *129*(1), 65-86.

Hosseinzadeh Lotfi, F., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Moghaddas, Z. (2010). Modified piecewise linear DEA model. *European journal of operational research*, *205*(3), 729-733.

Moghaddas, Z., Vaez-Ghasemi, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., Farzipoor Saen, R. (2020). Stepwise pricing in evaluating revenue efficiency in data envelopment analysis: a case study in power plants. *Scientia iranica*. DOI: 10.24200/sci.2020.55350.4184

Thompson, R. G., Dharmapala, P. S., Rothenberg, L. J., & Thrall, R. M. (1996). DEA/AR efficiency and profitability of 14 major oil companies in US exploration and production. *Computers & operations research*, *23*(4), 357-373.

